

FÄRDPLAN FÖR  
FOSSILFRI KONKURRENSKRAFT

# Flygbranschen

FÖRENINGEN  
**Svenskt  
Flyg**

 Fossilfritt  
Sverige



# Förord

Sverige ska bli en av världens första fossilfria välfärdsnationer. Detta är inte bara en vision utan en konkret verklighet genom att ett antal branscher nu presenterar sina färdplaner för fossilfri konkurrenskraft.

Detta arbete är viktigt när utsläppsminskningarna av växthusgaser i världen går alldeles för långsamt för att hålla planetens temperaturökning under två grader. Initiativet Fossilfritt Sverige har till uppgift att påskynda den svenska klimatomställningen och har därför bjudit in branscherna att ta fram sina egna färdplaner för fossilfri konkurrenskraft och responsen har varit överväldigande. Våren 2018 är nio färdplaner färdiga och under hösten kommer ytterligare färdplaner att lanseras.

Initiativet är unikt. Att olika företagsnätverk visar hur de ska bli fossilfria är positivt men att hela branscher utvecklar egna färdplaner för fossilfrihet 2045 är en satsning som ger hopp inför framtiden. Det är inte bara själva dokumentet som är viktigt utan också att det har inneburit en omfattande process med många andra aktörer inblandade genom ett antal workshops och seminarier. Eftersom färdplanerna är så många skapar produktionen av dem ett momentum i Sverige där allt fler aktörer tar steg mot fossilfrihet.

Tillsammans bildar dessa färdplaner ett »Sverigepussek« där det framgår hur Sverige ska kunna bli fossilfritt samtidigt som välfärden ökar. Branscherna är dock själva ägare av färdplanens berättelse och deras krav på politiken som ska möjliggöra genomförandet. Fossilfritt Sverige har samarbetat med branschen på olika sätt för att stötta dem i deras färdplansarbete. Det har handlat om gemensamma debattartiklar, deltagande på workshops och ibland att komma med konkreta råd och tips. Det ska dock betonas att färdplanerna har skapats av branschernas egna driv och engagemang och att resultaten och de olika politiska förslag som lyfts fram ägs av branscherna själva.

Det svenska landslaget för fossilfrihet har samlat sig för att visa omvärlden att en annan värld är möjlig och när vi lyckats bevisa att ett fossilfritt land också är vägen till

ett godare liv kommer det att bli en global kapplöpning ut ur fossilsamhället.



A handwritten signature in blue ink that reads "Svante Axelsson".

**Svante Axelsson**

Nationell samordnare, Fossilfritt Sverige

# Innehåll

<b>Förord</b>	<b>3</b>
<b>Innehållsförteckning</b>	<b>4</b>
<b>Sammanfattning</b>	<b>6</b>
<b>Inledning</b>	<b>7</b>
Varför detta dokument?	7
Varför flyger vi?	7
Vad är utmaningen för flyget?	7
Hur ser lösningen ut?	7
Denna färdplan	9
<b>Slutsatser och vägen framåt</b>	<b>10</b>
<b>Nulägesbeskrivning</b>	<b>11</b>
<b>Nyttan med flyg</b>	<b>11</b>
Nytta 1: Leverera samhällstjänster med ökad kvalitet och effektivitet	11
Nytta 2: Skapa konkurrenskraft och jobb i en global kunskapsekonomi	11
Nytta 3: Möta globala samhällsutmaningar	12
<b>Flygets klimatpåverkan</b>	<b>12</b>
Definitioner och avgränsningar	12
Historisk utveckling av flygets utsläpp	14
Globala mål	15
Nationella mål	15
<b>Fossilfritt bränsle: en nödvändig pusselbit</b>	<b>16</b>
<b>Trender</b>	<b>18</b>
Avgränsningar	18
Ökande flygtrafik	18
Energieffektivisering	18
Biobränslen	19
Elektrifiering	19
<b>Vision</b>	<b>20</b>
Definitioner och avgränsningar	20
<b>Konkurrensfördelar</b>	<b>22</b>
Inblandning utan motormodifikationer	22
Kompatibilitet med annan utveckling	22
Produktion med låg tröskel	22
Allmänna konkurrensfördelar	22
<b>Hinderanalys</b>	<b>23</b>

---

Tekniken på plats	23
Ekonomiska incitament och villkor	23
Råvarutillgång och prioritering	25
Politisk vilja, samstämmighet och reglering	25
En pragmatisk approach	26
<b>Hinderröjning</b>	<b>27</b>
Statens möjligheter	27
Produktionsbranschens möjligheter	28
Flygbranschens möjligheter	28
Ytterligare identifierade möjliga åtgärder	29
<b>Risk- och känslighetsanalys</b>	<b>30</b>
Vikten av långsiktiga spelregler	30
<b>Plan för implementering</b>	<b>31</b>
Vägen till 2030	31
<b>Den fortsatta vägen till 2045</b>	<b>33</b>
Fossilfritt bränsle	33
Övrig innovation	33
<b>Referenslista</b>	<b>34</b>



# Sammanfattning

Flyget är och kommer för lång tid framöver att vara det trafikslag som kan erbjuda långväga tillgänglighet med rimlig restid. Med rätt åtgärder kan flyget byta till fossilfria bränslen och därmed värna tillgänglighet och rörlighet samtidigt som utsläppen minskar.

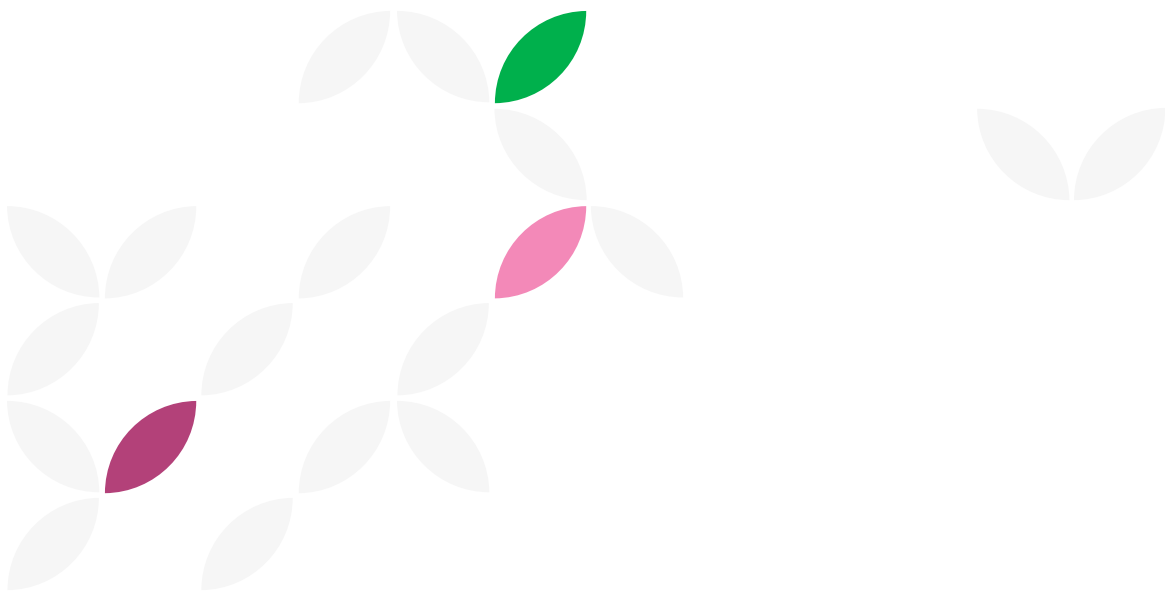
Tekniken finns för att framställa fossilfritt flygbränsle som går att använda direkt i dagens flygmotorer utan att det behövs några tekniska justeringar. Gränserna definieras i stället av att det i dag bland annat inte finns en fungerande marknad.

De nödvändiga insatserna ligger huvudsakligen på industriell och politisk nivå, vilket gör att ledtiderna för en omställning kan bli rimligt korta och att flyget kan bidra till en stor grad av fossilfrihet på relativt kort sikt. Målet är ett fossilfritt inrikesflyg 2030 och ett fossilfritt flyg både in- och utrikes 2045.

För att uppnå fossilfritt flyg identifierar färdplanen ett antal hinder och föreslår åtgärder som kan bidra till rök-

ning av dessa. För statens del handlar hinderröjningen bland annat om investeringsstöd för produktionsanläggningar, skapandet av en långsiktig statlig målbild för övergången till fossilfritt flyg, inklusive elflyg, allokering av forskningsmedel för effektivisering av storskalig produktion av fossilfritt bränsle och upphandling av fossilfritt bränsle för offentliga resor. Färdplanen identifierar också vilka möjligheter som produktionsbranschen respektive flygbranschen har när det gäller att bidra till skapandet av en fungerande marknad.

Att göra en hel bransch fossilfri innebär att många aktörer och värdekedjor är inblandade. Färdplanen har tagits fram under begränsad tid och i ett begränsat format. Därmed finns givetvis aspekter som behöver utredas mer. Färdplanen har dock tagit sin utgångspunkt i det som kan göras på relativt kort tid för att få till en förändring. En primär slutsats är att om marknaden kan skapas finns mycket på plats för en rimligt snabb övergång till fossilfritt flyg – ett område där Sverige både kan och bör ta en ledande position.



# Inledning

## VARFÖR DETTA DOKUMENT?

Sverige och världen står inför stora utmaningar på klimatområdet. Teknikutvecklingen sker fort och Sverige ligger långt fram. Den samlade svenska flygnäringsen är övertygad om att den snabbaste vägen framåt mot en större klimatanpassning av flyget förutsätter en fortsatt svensk medverkan i den utveckling som sker. En betydande del av denna utveckling går ut på införande och användning av fossilfritt bränsle.

Utmaningen att införa fossilfritt bränsle för flyg är inte i första hand teknisk utan snarare marknadsmässig. Tekniken finns för att framställa bränslet och bränslet går att använda direkt i dagens flygmotorer utan att det behövs några tekniska justeringar. Gränserna definieras i stället av att det i dag inte finns en fungerande marknad.

När fossilfritt bränsle framställs, distribueras och efterfrågas i tillräckliga volymer kan flyget bidra med sin del för att nå både nationella och globala klimatmål. Det kommer inte att vara enkelt och det kommer att kräva betydande insatser både från flygbranschen, från övriga branscher och från politiken. Vi är dock övertygade om att vi tillsammans kan lösa klimatutmaningen samtidigt som vi upprätthåller långväga tillgänglighet via flyg.

Det här dokumentet är en färdplan för hur vi ska kunna flyga fossilfritt från svenska flygplatser och på så sätt bidra till regeringens mål om fossilfrihet till 2030 och 2045.

## VARFÖR FLYGER VI?

Ekonomi i världen är numera global vilket betyder att alla typer av samarbeten sker mellan länder som ligger långt ifrån varandra. Släkt och vänner sprids över världen och varor och tjänster handlas över hela jordklotet.

En förutsättning för detta är att fysiska avstånd kan överbryggas på rimligt kort tid. Flyget är och kommer för lång tid framöver att vara det trafikslag som kan erbjuda långväga tillgänglighet med rimlig restid.

För ett globalt sett avlägset placerat land som Sverige får flyget särskilt stor betydelse. Vi befinner oss långt

**»Flyget är och kommer för lång tid framöver att vara det trafikslag som kan erbjuda långväga tillgänglighet med rimlig restid.«**

från flera av världens stora marknader. Ska vi ha en möjlighet att behålla och öka vår konkurrenskraft i framtiden måste vi behålla och öka våra chanser att delta i den globala ekonomin.

Även inom Sveriges gränser finns behov av att korta ned avstånd. Sverige är ett stort land till ytan men samtidigt befolkningsmässigt relativt litet. Flyget erbjuder en möjlighet att utveckla regional tillgänglighet och konkurrenskraft.

## VAD ÄR UTMANINGEN FÖR FLYGET?

Globalt sett står flygets utsläpp av koldioxid för cirka två procent av världens koldioxidutsläpp. Den totala klimatpåverkan bedöms kunna motsvara upp till fyra procent av de globala koldioxidutsläppen på grund av att delar av utsläppen sker på hög höjd. I Sverige står flygets koldioxidutsläpp, in- och utrikes, för cirka fem procent av Sveriges totala koldioxidutsläpp.

Liksom inom alla andra näringar behöver utsläppen minskas samtidigt som de värden som flyget bidrar med omhändertaras. En del av detta innebär att flyget måste ställas om till fossilfrihet i form av ett bränslebyte, men det handlar också om ökad energieffektivisering på flera håll i värdekedjan samt om en successivt ökad elektrifiering och eventuella andra teknikutvecklingsspår.

## HUR SER LÖSNINGEN UT?

Att kombinera hög tillgänglighet – mätt både i tid och

sträcka – med fossilfrihet fokuserar på att det är utsläppen från flyget som måste minska – inte flygresandet i sig. Drivkrafterna bakom flygresandet är starka och vi konstaterar att utsläppen kan minska betydligt mer än vad en realistisk begränsning av resandet skulle kunna bidra till. Därmed får ett bränslebyte – i kombination med den teknikutveckling som sker parallellt – en central roll. Vi är övertygade om att vi med rätt åtgärder kan nå ett fossilfritt flyg och därmed samtidigt värna tillgängligheten. Om Sverige går före i utvecklingen kommer fler att följa efter och lösningarna har potential att driva på en global omställning.

I kapitlet *Nulägesbeskrivning* kommer vi att se att införsel av fossilfritt bränsle på flygområdet tekniskt sett är en jämförelsevis enkel uppgift, av det skälet att alla flygmotorer fungerar med den typ av certifierat biobränsle som kommer att vara aktuellt. I dagsläget tillåter regelverket en inblandning på upp till 50 %. Innan detta utgör en begränsning räknar branschen med att de flesta produktionsprocesser kommer att godkännas upp till 100 % inblandning. Ur ett tekniskt perspektiv finns inget hinder att flyga med 100 % fossilfritt bränsle redan i dag. Det betyder att de insatser som krävs för att införa fossilfritt bränsle på flygområdet till stor del handlar om att skapa en marknad.

Denna marknad kan skapas genom att flygbranschen själv förbinder sig att köpa en viss volym vilket är svårt i dagsläget när man inte vet vad kostnaden är. Liknande utmaning finns för producentsidan som inte vet om de får pengarna tillbaka för sin satsning och därmed inte vågar investera. Om denna knut vore löst skulle vi med stor sannolikhet redan ha viss produktionskapacitet på plats. Vi måste alltså hitta en modell som skapar en marknad och där flera initialt är med och betalar mellanskillnaden.

Insatserna kommer huvudsakligen att ligga på industriell och politisk nivå, med undantag för de forskningsinsatser som behövs för att skapa och framför allt effektivisera en storskalig produktion. Detta i sin tur betyder att ledtiderna kan bli rimligt korta och att flyget kan bidra till en stor grad av fossilfrihet med relativt snabb omställning.

Samma goda förutsättningar gäller bränsleinfrastrukturen. Bränslet kan blandas med fossilt bränsle i takt med

## »De insatser som krävs för att införa fossilfritt bränsle på flygområdet handlar till stor del om att skapa en marknad.«

att utbudet ökar. En handfull tankställen räcker för att förse alla flygplan som startar vid svenska flygplatser med bioflygbränsle. Flygnärings begränsade storlek gör att bränsleskiftet kan gå snabbt när vi får till storskalig och ekonomiskt hållbar produktion.

När vi tittar på lösningar får det perfekta inte bli det godas fiende. Införandet av fossilfritt bränsle kommer att kräva ett balanserat förhållningssätt och att man utgår från vad som är tekniskt och kommersiellt möjligt. Det finns lösningar som fungerar redan i dag. Genom att kontinuerligt våga satsa och lära oss av dessa satsningar kommer vi att kunna nå mycket längre än om vi fortsätter att vänta på den perfekta lösningen.

Vi får inte glömma de innovationsrelaterade nyttorna för Sveriges sysselsättning och internationella konkurrenskraft. En omställning av flyget till fossilfrihet minskar flygets klimatpåverkan samtidigt som den ger möjlighet att skapa fler jobb i befintliga och nya gröna näringar.

Den svenska flygindustrin bidrar med tekniska lösningar som bland annat minskar flygplanets vikt och bränsleförbrukning och hjälper piloter och flygtrafikledning att optimera flygningar för minskad bränsleförbrukning. Fortsatt satsning på svensk flygindustri – inklusive fossilfria bränslen och elektrifiering – leder till att nya tekniska lösningar kommer in i de stora flygplanstillverkarnas nya flygplan. Detta leder till minskade utsläpp och att innovativa lösningar från svenska tillverkare bidrar till att flygets globala utsläpp minskas. Flygtrafikledningen arbetar intensivt med att hitta lösningar för att optimera varje enskild flygning. Har finns dock en inneboende konflikt mellan att minska utsläpp och att begränsa buller.



## DENNA FÄRDPLAN

Denna färdplan vill visa hur Sverige skulle kunna ha ett helt fossilfritt inrikesflyg 2030 och hur allt flyg som startar vid svenska flygplatser skulle kunna vara fossilfritt 2045.

**MÅLBILD 2030 – Allt inrikesflyg är fossilfritt**

**MÅLBILD 2045 – Allt flyg som startar vid svenska flygplatser är fossilfritt**

Riksdagen har beslutat att växthusgasutsläppen från inrikes transporter utom inrikes luftfart ska minska med minst 70 procent senast 2030 jämfört med 2010. Det är alltså en naturlig målpunkt även för flygets vision och att vi valt att fokusera på fossilfritt inrikesflyg till 2030 beror på tre saker: dels att de andra inrikes transportslagen har detta målår, dels att inrikesflyget är en delmängd av det totala flyget och därför nöjer sig med en mindre bränslemängd än det internationella flyget, dels att inrikesflyget till största delen inte trafikerar de höga höjder där det uppstår en ytterligare klimateffekt. Det råder osäkerhet om hur stor höghöjdseffekten är och det krävs ökad forskning för att hitta rätt åtgärder för att hantera denna. Att vi väljer att fokusera på inrikesflyg till 2030 innebär att klimateffekten av det fossilfria bränslet till största delen kan kopplas loss från höghöjdsfrågan tills denna är bättre utredd avseende beslut och åtgärder.

Tidpunkten 2045 för det totala flyget är också satt utifrån regeringens nationella mål kring fossilfrihet men även satt i harmoni med de förväntningar på produktionsvolym som i dagsläget är rimliga samt i relation till övrig energieffektivisering och gradvis ökande elektrifiering.

Notera att färdplanen tar avstamp i en utveckling där vi inte förutsätter några disruptiva tekniksprång som ska lösa ett antal utmaningar. Eventuella disruptiva inslag i utvecklingen – både den generella teknikutvecklingen och den specifika bränsleutvecklingen – kommer att få positiva konsekvenser på färdplanen.



# Slutsatser och vägen framåt

I denna färdplan identifierar vi tre huvudsakliga hinderområden inom vilka insatser behöver göras för att ett bränslebyte ska kunna ske. Det handlar om ekonomiska incitament och villkor, råvarutillgång, prioritering och konkurrens samt politisk vilja, samstämmighet och reglering. Gemensamt för dessa områden är att alla behövs för att en marknad för hållbart fossilfritt flygbränsle ska kunna skapas, växa och hjälpa Sverige att uppnå målen om fossilfrihet till 2030 och 2045.

I kapitlet *Hinderröjning* presenterar vi förslagen lite utförligare och i sina respektive sammanhang, tillsammans med andra aktiviteter som vi föreslår att flygbranschen respektive bränsleproduktionsbranschen tar på sig för att underlätta övergången.

**FÖRSLAG 1:** Staten bör besluta om inriktningen på ett statligt investeringsstöd samt medel för projektering av produktionsanläggningar. Produktionskapacitet för att försörja flyget med det bränsle som behövs för att nå 2030-målet kräver en investering på uppskattningsvis fem miljarder kronor. Staten behöver bidra finansiellt för att investeringen ska genomföras.

**FÖRSLAG 2:** Staten bör bygga upp och kommunicera en offentlig målbild för övergången till fossilfritt flyg, med hållpunkterna 2030 och 2045 och inkluderande ett långsiktigt mål om elflyg.

**FÖRSLAG 3:** Staten bör avsätta medel för att möjliggöra effektivisering av storskalig produktion av fossilfritt bränsle.

**FÖRSLAG 4:** Staten bör se över hela avgifts- och stödsystemet för att på så vis, tillsammans med samtliga aktörer, hitta en affärsmodell som fungerar.

**FÖRSLAG 5:** Staten bör göra en upphandling av den mängd fossilfritt bränsle som krävs för alla offentliga flygresor i Sverige.



# Nulägesbeskrivning

## NYTTAN MED FLYG

Medan färdplanens vision och övergripande slutsatser har en stark koppling till fossilfriheten försöker nedanstående avsnitt kortfattat lyfta in flygets roll i ett större sammanhang med koppling till de tre övergripande nyttor som Den nationella innovationsstrategin<sup>ii</sup> identifierar som centrala:

- att leverera samhällstjänster med ökad kvalitet och effektivitet;
- att skapa konkurrenskraft och jobb i en global kunskapsekonomi;
- att möta globala samhällsutmaningar.

### Nytta 1: Leverera samhällstjänster med ökad kvalitet och effektivitet

Flygets främsta uppgift är att korta ned långa avstånd och göra det tidsmässigt realistiskt att förflytta människor och varor. Transporter är av grundläggande betydelse för Sveriges ekonomi och dagens samhälle. Det handlar om betydelsen av mänskliga möten, integration och social hållbarhet. Ett välutvecklat transportsystem bidrar till grundläggande tillgänglighet, regional utveckling och i förlängningen ett ökat välbefinnande och högre livskvalitet i hela landet.

Det finns inget annat trafikslag som erbjuder de möjligheter som flyget gör när det gäller att tillgodose behovet av långväga resor, såväl inrikes som utrikes. Sverige är EU:s till ytan tredje största land och det EU-land som har längst mellan landsändarna. För många människor i regioner och orter i exempelvis de nordligaste länen är flyget nödvändigt för resor till och från södra Sverige. För det svenska näringslivet och företagandet är tillgången till snabba och effektiva flygtransporter såväl inom landet som till och från andra länder avgörande för att kunna utvecklas i en allt mer globaliserad och konkurrensutsatt ekonomi. Flygets roll för godstransporter är också viktig, särskilt för behovet av snabba, långväga transporter av högvärdigt gods.

En ambition för Sverige är att det ska vara möjligt att

leva och verka över hela landet. Flyget är den del av vår kollektivtrafik som snabbt kan överbrygga långa avstånd.

Internationellt gäller samma sak. Luftfarten knyter samman människor och regioner och spelar en väsentlig roll för Europas integrering och konkurrenskraft samt för dess samverkan med resten av världen.

### Nytta 2: Skapa konkurrenskraft och jobb i en global kunskapsekonomi

Det finns en direkt koppling mellan ett lands tillgänglighet och tillväxt:

- Förutsättningar för företag: Sverige är en liten och öppen ekonomi. Sveriges beroende av omvärlden ökar och svenska företag ser hela världen som sin marknad. Även stora delar av Sveriges offentliga sektor kräver goda och snabba globala förbindelser för att fungera.
- Sysselsättning: Utöver den direkta sysselsättningen bidrar tillgängligheten som flyget skapar (turism, handel, investeringar med mera) inom samt till och från Sverige med omkring 100 000 arbetstillfällen och 80–100 miljarder kronor till svensk BNP. (Källa: Intervistas, Oxford Economics)
- Kunskaps- och kulturellt utbyte: Flygförbindelser är en av de viktigaste faktorerna för att kunna upprätthålla det internationella kunskapsutbytet samt för att öka den kulturella förståelsen mellan olika områden i världen. Andra viktiga kunskapsutbyten sker mellan företag, universitet och högskolor som är beroende av internationellt samarbete och internationell expertis. Flygförbindelser är även viktiga för att en stor del av idrottsrörelsen på både nationell och internationell nivå ska fungera.
- Besöksnäring: Turismen står för nio procent av den globala sysselsättningen och för en lika stor del av den ekonomiska aktiviteten i världen. I Sverige växer turismen och omsätter nu drygt 275

miljarder kronor. Analyser visar att 28 miljoner människor skulle vilja åka till Sverige de närmaste tre åren. Den privata sektorn investerar miljardbelopp i besöksnäringen.

### Nytta 3: Möta globala samhällsutmaningar

Vår globaliserade värld står inför en omställning mot ett läge där transporter kommer att behöva betraktas ur ett holistiskt perspektiv, där inga enskilda trafikslag kommer att kunna optimeras på egna meriter utan där alla trafikslag måste betraktas som en sammanhängande helhet – en multimodal syn på transporter och resande.

Flyget är en del av transportsystemet och måste därför utvecklas i samverkan med övriga trafikslag för att skapa ett effektivt och hållbart transportsystem i sin helhet. Vägar, järnvägar, hamnar och flygplatser är alla viktiga delar i transportsystemet för att kunna erbjuda människor och näringslivet goda transportlösningar.

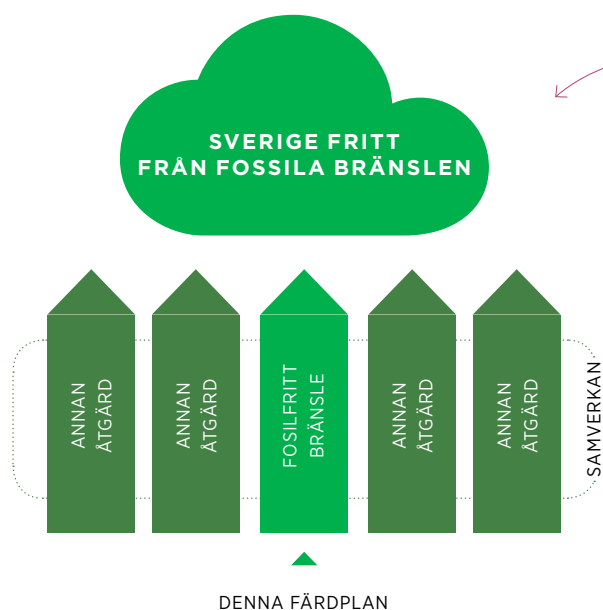
Därmed måste vi också se till att flyget kan drivas med minsta möjliga klimatpåverkan. Det handlar om minskade utsläpp och om minskad åtgång av resurser. Som vi ska se nedan är denna utveckling beroende av två åtskilda lösningsspår, som måste utvecklas i samverkan med varandra för att effekten ska bli så stor och uppträda så snabbt som möjligt.

### FLYGETS KLIMATPÅVERKAN

För att kunna diskutera flygets klimatpåverkan och vidta de åtgärder som krävs för att nå ett fossilfritt flyg är det viktigt att ha en gemensam utgångspunkt gällande vilka utsläpp som avses och hur stora de är.

#### Definitioner och avgränsningar

- Sveriges officiella klimatrapportering. I denna färdplan avses de territoriella utsläpp som rapporteras av Naturvårdsverket och som ingår i Sveriges officiella klimatrapportering. Detta omfattar de koldioxidutsläpp som uppstår från allt flyg som startar vid svenska flygplatser fram till första destination oavsett om detta är inrikes eller utomlands. Detta är det officiella och globala sättet att mäta och rapportera flygets koldioxidutsläpp vilket gör att flygets sammanlagda globala koldioxidutsläpp fångas upp. Det är också dessa utsläpp som avses i färdplanen för ett fossilfritt inrikesflyg 2030 samt ett helt fossilfritt flyg 2045.
- Utgångspunkt i fossilfrihet. Fossilfritt Sverige handlar om att göra Sverige fritt från fossila bränslen. Regeringen vill att Sverige ska bli ett av världens första fossilfria välfärdsländer. För att nå dit krävs att alla aktörer i samhället arbetar aktivt med



**Figur 1:** Denna färdplan gäller enbart fossilfritt bränsle, ett område som dock naturligtvis är en del av ett större sammanhang där ett Sverige fritt från fossila bränslen kan skapas genom andra åtgärder, exempelvis genom teknikutveckling. Färdplanens fokusområde – det fossilfria bränslet – samverkar med dessa andra åtgärder för att på effektivaste sätt skapa möjligheter för att Sverige ska kunna bli fossilfritt, men våra slutsatser är fokuserade inom ramen för området fossilfritt bränsle.

Källa: Naturvårdsverket

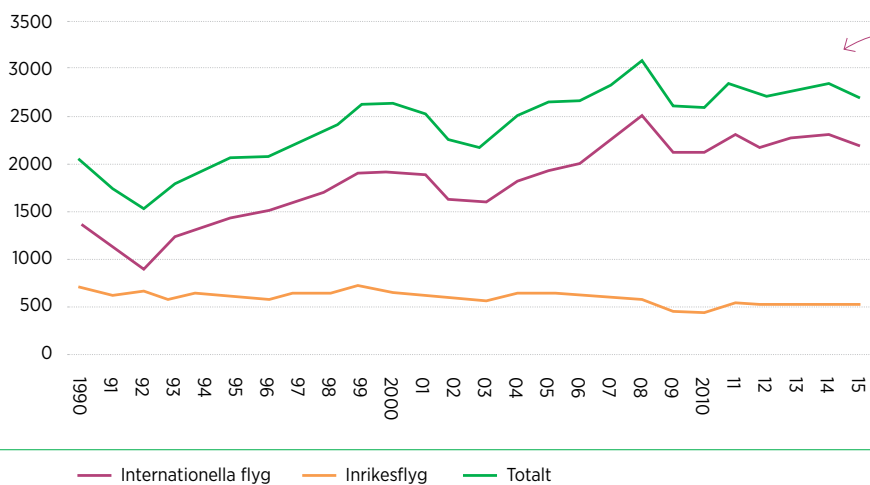
att minska utsläppen. Därför lanserade regeringen initiativet Fossilfritt Sverige hösten 2015 inför klimatmötet COP21 i Paris. Initiativet bidrar till att öka takten i arbetet med att nå miljö kvalitetsmålet Begränsad klimatpåverkan. Syftet med initiativet är att skapa en plattform för dialog om klimatpolitiken mellan regeringen och aktörerna. Det innebär att denna färdplan utgår från just fossilberoendet och vad som krävs för att flyg som startar vid svenska flygplatser inte ska tankas med fossilt bränsle. Reduktionen av flygets klimatpåverkan som redogörs för i färdplanen utgår från den potential som icke-fossila bränslen skapar. Utöver detta finns ett flertal övriga åtgärder som ytterligare kan begränsa flygets samlade klimatpåverkan (se figur 1). Dessa åtgärder, som faller utanför ramen för färdplanen men som självklart interagerar med den, redogörs för kortfattat för att sätta in fossilfriheten i dess sammanhang.

- Höghöjdseffekt. Det uppstår en ytterligare klimatteffekt av att delar av flygets utsläpp sker på hög höjd. Det är utsläpp av kväveoxid och vattenånga som på hög höjd har en klimatpåverkande effekt. Det pågår forskning för att vi bättre ska kunna förstå mekanismerna och det är viktigt att denna forskning intensifieras för att hitta lösningar. Ny forskning visar att användandet av icke-fossila bränslen kan bidra till att minska klimatpåverkan

från utsläpp på hög höjd, vilket i så fall innebär ytterligare vinster med en snabb infasning av icke-fossila bränslen för flyget. Eftersom höghöjdspåverkan primärt hanteras via teknologi och av flygoperativa åtgärder kommer inte frågan att ytterligare hanteras i färdplanen.

- Global ömsesidig påverkan. Flyget är en global bransch. Detta kommer, liksom för flertalet andra internationella verksamheter, att innebära utmaningar kring avgränsningar, definitioner av utsläpp och rådighet. I detta sammanhang bör det noteras att utvecklingen i andra länder kan ha betydande påverkan när det gäller att begränsa flygets utsläpp i Sverige. Samtidigt, som vi ska se nedan, har Sverige också goda påverkansmöjligheter på utvecklingen i andra länder. I dagsläget ingår det svenska flyget i EU:s utsläppshandel EU-ETS och 2021 kommer det svenska utrikesflyget att ingå i det globala och av FN beslutade klimatkompensationssystemet CORSIA.
- Export och import. En storskalig svensk och nordisk produktion av hållbara icke-fossila bränslen för flyget skulle utveckla teknik, processer och affärsmodeller som skulle kunna exporteras och därmed också bidra till minskade fossila utsläpp i andra länder. Omvänt visar färdplanen att flygplan som startar vid svenska flygplatser eventuellt delvis

## KOLDIOXIDUTSLÄPP FRÅN FLYGPLAN SOM STARTAR VID SVENSKA FLYGPLATSER (1000 TON)



**Figur 2:** De senaste tio åren har utsläppen (och därmed bränsleåtgången) från flygtrafik som startar vid svenska flygplatser legat i stort sett still.

Källa: Naturvårdsverket

kommer att kräva import av icke-fossila bränslen beroende på hur marknaden utvecklas och vilka vägval som görs. Det är dock i dagsläget komplicerat att importera fossilfria bränslen in i EU, bland annat på grund av lagkrav via REACH.

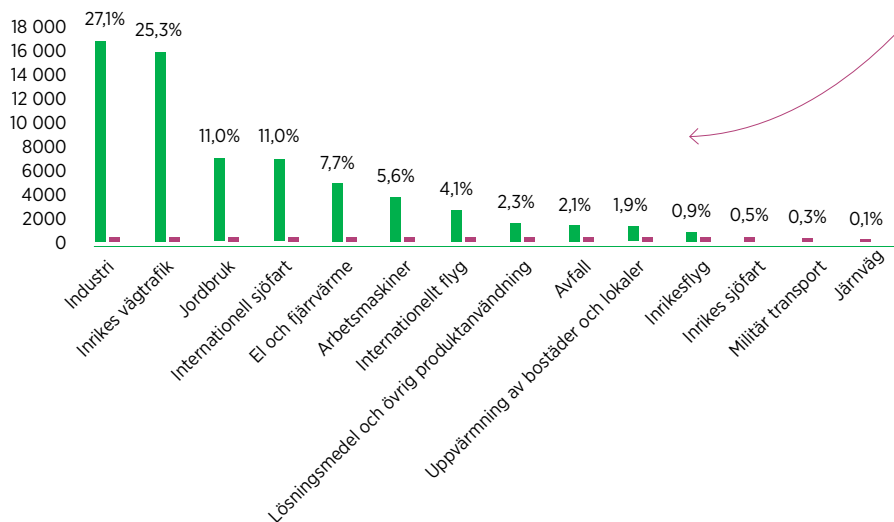
## HISTORISK UTVECKLING AV FLYGETS UTSLÄPP

Det har skett en betydande energieffektivisering inom det kommersiella flyget. Globalt sett har koldioxidutsläppen per passagerarkilometer minskat med över 80 procent de senaste 50 åren och ligger nu under 100 gram koldioxid per passagerarkilometer i dagsläget. Energieffektiviseringen det senaste decenniet har legat på 1,5–2 procent per år. Den europeiska flygrörelsetillväxten bedöms långsiktigt ligga runt 1,8 procent per år, det vill säga i linje med effektiviseringen. Utsläppen i absoluta tal behöver dock minska och här har icke-fossila bränslen en nyckelroll.

Sverige med sin begränsade och förhållandevis mogna flygmarknad och tillgång på biomassa har mycket goda förutsättningar att vara en föregångare i denna utveckling och vara oberoende av fossila bränslen 2045 för samtliga flygplan som startar vid svenska flygplatser.



## SVENSKA KOLDIOXIDUTSLÄPP (1000 TON)



**Figur 3:** Som vi ser i ovanstående graf stod internationellt flyg för 4,1 % av de totala koldioxidutsläppen under 2016, och inrikesflyget för 0,9 %.

Källa: Naturvårdsverket

## GLOBALA MÅL

Den internationella flygbranschen har enats om globala utsläppsmål till 2050. Dessa innebär kortsiktiga, med-ellångsiktiga och långsiktiga globala mål för utveckling av flygets koldioxidutsläpp. Delar av målen följs upp via flygets FN-organ ICAO.

- Fram till 2020: en genomsnittlig årlig effektivisering av bränsleförbrukning med 1,5 % mellan 2009 och 2020.
- Från 2020: Stabilisering av flygets koldioxidutsläpp genom koldioxidneutral tillväxt (CORSIA).
- Fram till 2050: Minskning av flygets koldioxidutsläpp till 50 % av 2005 års nivå i absoluta tal.

Samtliga mål förutsätter åtgärder inom följande fyra områden: teknikutveckling och hållbara fossilfria bränslen, flygtrafikledning, infrastruktur och marknadsbaserade åtgärder.

## NATIONELLA MÅL

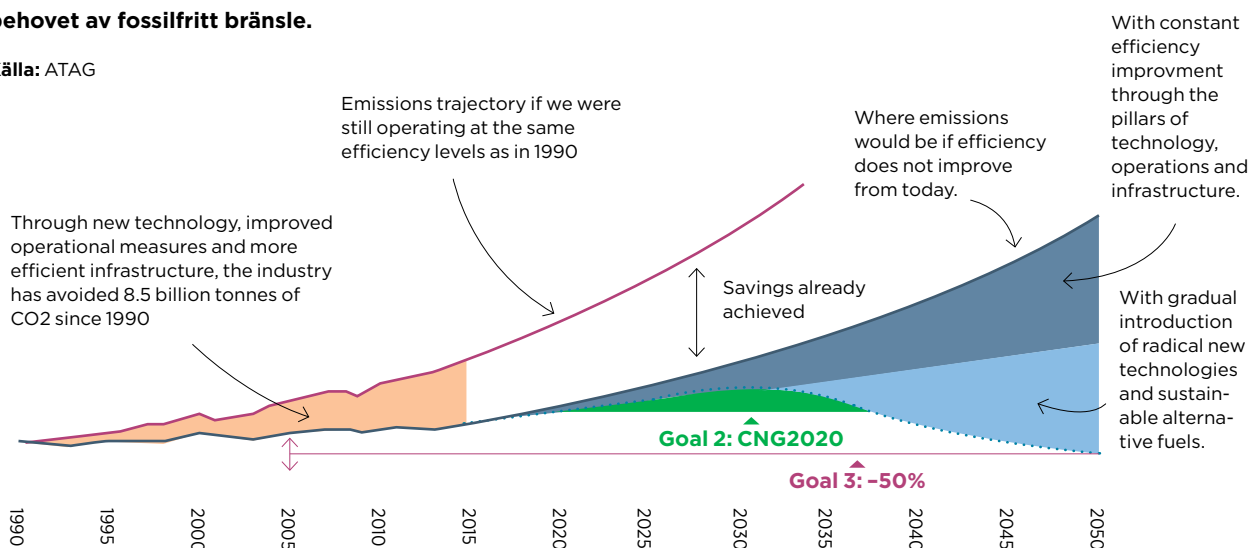
Regeringen har i sin flygstrategi satt upp följande mål med relevans för färdplanen gällande flygets miljö- och klimatpåverkan.

- Flyget ska, liksom övriga trafikslag, bidra till målet om Sverige som ett av världens första fossilfria välfärdsländer.
- Flyget ska bidra till att de nationella miljö- och klimatmålen nås.
- Statens energimyndighet har tilldelats särskilda medel för samordning av en omställning av transportsektorn till fossilfrihet, vilket bl.a. inkluderar att ta fram en strategisk plan.

Gällande fossilfritt bränsle konstaterar regeringen att merkostnaderna för biobränsle för flyget fortfarande är höga och incitamenten för flygbolag att efterfråga biobränsle är därför låga. Marknadsförutsättningarna för biobränsle måste alltså förändras för att skapa ökad produktion och användning. Regeringens ambition är att Sverige ska ha världens mest ambitiösa miljö- och klimatpolitik. Samtidigt har regeringen i sina underlag pekat på att det saknas en helhetsbild av vad som kan och bör göras. Förhoppningen är att denna färdplan kan svara på några av frågeställningarna ovan samt även peka på tänkbara lösningar.

**Figur 4:** Den här figuren visar hur utsläppsminskningar från teknikutveckling, drift och infrastruktur har en nyckelroll att spela för att begränsa volymbehovet av fossilfritt bränsle.

Källa: ATAG



## FOSSILFRITT BRÄNSLE: EN NÖDVÄNDIG PUSSELBIT

Åtgärder för minskad miljö- och klimatpåverkan är under utveckling på många områden. I stort sett alla aspekter av flygtrafik och flygande kan ses som förbättringsområden, med större eller mindre potential. Åtgärdsspektret innehåller fyra olika insatsområden med koppling till de globala målen ovan:

- a Teknik och nya bränslen: Nya flygplan och motorer medför cirka 15–20 % effektiviseringar i bränsleförbrukning och därmed lika mycket i minskade koldioxidutsläpp jämfört med de flygplan och motorer som ersätts. Fortsatt introduktion av nya flygplan, storskalig användning av hållbara fossilfria bränslen och successivt ökad elektrifiering av kortare flygningar är en förutsättning för att nå de långsiktiga målen.
- b Effektivare flygtrafik: Flygplanens användning kan optimeras så att det vid varje flygning kan sparas både tid, pengar och bränsle, och därmed minskar koldioxidutsläpp och höghöjdseffekter. Flygplan med modern navigationsutrustning krävs för att kunna flyga optimalt i det framtida flygtransportsystemet. Rakare flygvägar och bättre utnyttjande av luftrummet kan nås via politiska åtgärder på internationell nivå. Här krävs att prioriteringen mellan utsläpp och buller klargörs politiskt då det finns en målkonflikt mellan dessa i dagsläget.
- c Bättre flygplatsinfrastruktur: Energibesparingar kopplat till flygplanen kan uppnås genom t.ex. anläggning av effektiva taxningsvägar och genom att erbjuda flygplan strömförsörjning via elnätet istället för de egna motorerna.
- d Marknadsbaserade åtgärder: Flygbranschen globalt har varit initiativtagande för ett marknadsbaserat system för att driva på minskningen av flygets utsläpp.

Inom ramen för denna färdplan begränsar vi oss till den första punkten: teknik och nya bränslen. Inom den punkten bör man dock notera att flygets miljöpåverkan beror av både fossilfritt bränsle och teknikutveckling mot minskad bränsleåtgång. Båda dessa spår är lika viktiga.

Denna färdplan är dock avsedd att visa hur flyg som startar från svenska flygplatser skulle kunna bidra till de svenska målen kring fossilfrihet till 2030 och 2045 – med den viktiga avgränsningen att vi i denna färdplan pratar enbart om det fossilfria bränslet. En ökad energi-effektivisering är lika viktig oavsett bränsle då tillgången på bränsleråvara globalt troligtvis kommer att vara begränsad under relativt lång tid. Teknikutvecklingen lämnas dock delvis utanför denna färdplan, eftersom den i Sverige tas om hand av det strategiska innovationsprogrammet Innovair, där svensk flygindustri har en internationellt framskjuten position med stor påverkan på den globala energieffektiviseringen inom flyg. Elektrifiering bedöms få påverkan efter 2030 och spela en viktig roll i utvecklingen av flyget fram mot 2045

Det finns en mycket bra anledning till detta betraktelsesätt, med dualismen mellan teknik och bränsle, och denna färdplans avgränsning i att enbart gälla bränsledelen. Anledningen är att allt fossilfritt bränsle som framställs enligt certifierade processer för flygändamål är automatiskt användbart i alla kända flygmotorer på marknaden. Det betyder att det inte finns behov av en samtidig teknikutveckling för att möjliggöra användandet av bränslet.

Det blir därmed betydligt enklare att isolera de absolut viktigaste åtgärderna för att målen i färdplanen ska kunna nås.

Att enbart fokusera på bränslebyte utan att utveckla tekniska lösningar för minskad bränsleåtgång skulle bli kostsamt då det fossilfria bränslet i inledningskedet kommer att vara dyrt och tillgången begränsad.

Att omvänt enbart fokusera på teknik för minskad bränsleåtgång skulle inte lösa problemet med att den koldioxid som släpps ut, oavsett om mängden kan minskas, i så fall är av fossilt ursprung. Fossilfria bränslen har en nyckelroll att spela i omställningen av flyget innan elektrifiering och andra lösningar kan få ett större genomslag.

### ENERGIEFFEKTIVISERING KOMPLETTERAR FOSSILFRIHET

Svensk flygindustri arbetar med olika energieffek-



tiviserande tekniker som ingår i bland annat Boeings och Airbus flygplan, och arbetet samordnas och synkroniseras både nationellt och internationellt via det strategiska innovationsprogrammet Innovair och deltagande i EUs stora Joint Technology Initiative, Clean Sky. På så vis bidrar svensk flygforskning och utveckling till produkter som minskar flygets utsläpp på global nivå.

Utvecklingen av flygplansteknik syftar i första hand till att minska bränsleförbrukning-en och är framför allt fokuserad på ny aerodynamik, lättare strukturer, nya motorer och nya material. Det handlar om både löpande förbättringar och efter år 2030 om mer genomgripande förändringar. Nya material, bland annat med syfte att minska vikten, utvecklas redan i stor skala och kommer att introduceras i de flygplan som tas i bruk de närmaste åren.

De motortekniker som tas i bruk i dagsläget reducerar utsläppen med mellan 20 och 30 procent jämfört med de flygplan och flygmotorer som de ersätter.

Om dessa nya motorer dessutom drivs med delvis fossilfritt bränsle och på sikt delvis är elektrifierade minskar de fossila utsläppen relativt drastiskt. Tekniska system gör att nya flygplan fullt ut kommer att kunna nyttja avancerad teknik och datakraft för att optimera varje enskild flygning ur bland annat utsläppsperspektiv. Sådana system går till stor del att införa i redan befintliga flygplan. Flygtrafiktjänsten arbetar bland annat med att utveckla mer bränsleoptimala flygprocedurer och den satellitbaserade tekniken möjliggör kortare flygvägar än vad som i dag är möjligt.



# Trender

## AVGRÄNSNINGAR

Enligt förra kapitlet avgränsar vi den här färdplanen till delområdet teknik och nya bränslen med fokus på bränslefrågan. Trender på andra områden kommer vi att beröra där de har bäring på flygets övergång till fossilfritt bränsle.

## ÖKANDE FLYGTRAFIK

En ökad globalisering har gjort att efterfrågan och behovet av långväga tillgänglighet ökat. Expansionen inom den svenska luftfarten har sedan 90-talet skett inom utrikesresandet. Globalt kommer det att ske en fortsatt ökning av flygresandet under lång tid framöver vilket ytterligare understryker behovet av storskalig introduktion av fossilfritt bränsle, fortsatt kraftfull energieffektivisering och ökad grad av elektrifiering.

Figur 5 visar utvecklingen av antalet starter och landningar (flygplansrörelser) vid svenska flygplatser. Där framgår att antalet rörelser är färre nu än i slutet av 80-talet. Den genomsnittliga flygresan har blivit längre men utvecklingen, tillsammans med reducerad bränsleförbrukning, gör att utsläppen från flygplan som startar vid svenska flygplatser har ökat i betydligt lägre takt än antalet passagerare. Den prognostiserade långsiktiga tillväxttakten för antalet flygplansrörelser ligger lägre än den prognostiserade passagerartillväxten och även lägre än den löpande energieffektiviseringen. Att rörelserna

»Vi har vattenkraften, vindkraften och vi har skogen. Allt man kan göra av olja kan man göra av skogsprodukter. Hela skiftet från oljeberoende till fossilfri kan gå via skogen.«

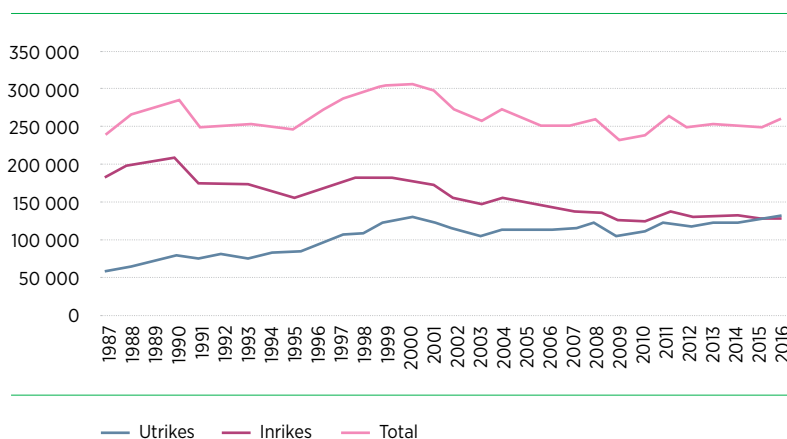
Mikael Damberg, Närings- och innovationsminister

ökar långsammare än antalet passagerare beror på att den genomsnittliga flygplansstorleken fortsätter att bli större och att beläggningsgraden fortsätter att öka.

## ENERGIEFFEKTIVISERING

Energieffektiviseringen uppgår till 1,5–2 procent per år och korrelerar ungefär med motsvarande minskning av bränsleåtgång och koldioxidutsläpp. Det motsvarar även EU:s långtidsprognos avseende flygplansrörelser vilken

## STARTER VID SVENSKA FLYGPLATSER 1987–2016



**Figur 5:** Historisk utveckling av antalet starter vid svenska flygplatser. Under 20-årsperioden 1996–2015 ökade antalet passagerare vid svenska flygplatser med 86 procent. Under samma period ökade koldioxidutsläppen från flygtrafik som startade vid svenska flygplatser med 28 procent eller 0,59 Mton CO<sub>2</sub>.

Källa: Trafikanalys luftfartsstatistik och Naturvårdsverket

ligger runt 1,8 procent per år. Denna trend bedöms fortsätta fram mot 2030 och ha förutsättningar att accelerera efter det på grund av ny teknik och material i flygplan och flygplansmotorer, betydligt effektivare sätt att flyga och successivt ökad elektrifiering.

En viktig drivkraft kring ökad energieffektivisering är, vid sidan om minskade utsläpp, flygbolagens bränslekostnader. Vid en ökad introduktion av icke-fossila bränslen kommer en fortsatt energieffektivisering att vara ytterst central, eftersom tillgången på icke-fossilt bränsle kommer att vara begränsad. En lägre genomsnittlig bränsleförbrukning korrelerar direkt med motsvarande minskning i behovet av bränsle oavsett om detta är fossilt eller icke-fossilt.

## BIOBRÄNSLEN

### TIDIGARE STUDIER

**Det har under de senaste åren tagits fram en stor mängd rapporter och kunskapsunderlag avseende fossilfria bränslen inom flyget. I slutet av denna färdplan redovisas en källförteckning med några av dessa studier och rapporter för vidare läsning. Det har inte funnits utrymme att i färdplanen redovisa dessa rapporter och studier djupare. Dessa utgör dock ett viktigt kunskapsunderlag i färdplanen.**

För att flyget ska kunna bidra till regeringens mål om fossilfrihet är en ökning av produktionen av fossilfritt flygbränsle avgörande. Sveriges stora tillgång på skogsråvara och skogsrester från skogsavverkning och sågverk tillsammans med andra typer av råvara ger goda förutsättningar för inhemsk produktion av fossilfritt bränsle.

En gemensam utmaning för all produktion av biodrivmedel är att den sker i långa värdekedjor och många aktörer, vilket lätt leder till höga produktionskostnader. Vid utveckling av storskalig produktion av fossilfritt bränsle för flyget är det nödvändigt att involvera de flesta av aktörerna i värdekedjan redan i utvecklingsstadiet, för att snabbare kunna nå en acceptabel produktionskostnad och ett marknadsmässigt slutpris.

Produktionskostnaden bedöms kunna sjunka i takt med

att efterfrågan ökar och att producenterna kan utnyttja effektivare produktionstekniker och eventuella stor-driftsfördelar. Restprodukter från skog och sågverk är bulkiga material vilket gör att det kan vara en fördel med flera mindre anläggningar lokaliserade där råvaran finns. En storskalig produktion av fossilfritt flygbränsle kräver att fler produktionstekniker kommersialiseras. Det kommer dock att vara en utmaning att vissa importerade biobränslen fortsatt kommer att vara billigare än bränsle baserade på svensk eller nordisk råvara.

Producera bränslet i Sverige eller i Norden kan transportkostnaden minimeras då det fossilfria bränslet hanteras inom den befintliga logistikkedjan. Det finns givetvis även en hållbarhetsaspekt i att producera bränslet på nära håll för att därmed minimera transporterna.

## ELEKTRIFIERING

Det pågår omfattande forskning gällande elektrifiering inom luftfarten. Detta sker både inom forskningsvärlden samt direkt hos flygplanstillverkare och komponenttillverkare. Översiktligt kan man säga att forskningen kring elektrifiering av luftfart är inriktad på tre olika nivåer:

- elektrifiering av ombordsystem på flygplan;
- elektrifiering av delar av framdrivningen (hybridlösningar);
- fullständig elektrifiering av framdrivningen.

En fullständig elektrifiering enligt tredje punkten ovan skulle till stor del kunna eliminera koldioxidutsläppen i slutförbrukarledet. Eftersom tekniken, speciellt gällande den tredje punkten ovan, ligger på en relativt låg mognadsgrad i dagsläget är det inte troligt att den kommer att spela en avgörande roll i den närmare delen av framtiden, upp till 2030. I perspektivet till 2045 bedöms elektrifiering av kortare flygningar kunna få betydande påverkan i takt med att mognadsgraderna ökar och då krävs satsningar redan nu. Bland annat skulle både en delvis och fullständig elektrifiering av, till att börja med, kortare flygsträckor bidra till att minska behovet av flytande bränslen oavsett råvara. Avinor, som äger och driver flygplatser och flygtrafikledning i Norge, har som mål att alla flygningar under en och en halv timme ska göras av helt elektriska flygplan 2040.

Tidsaspekten gör att icke-fossila bränslen är den huvudsakliga åtgärden för att kunna nå etappmålen i färdpla-

nen men att en allmän energieffektivisering och successiv elektrifiering också har en mycket viktig roll att spela på både kort och lång sikt.

## VISION

Flygets vision:

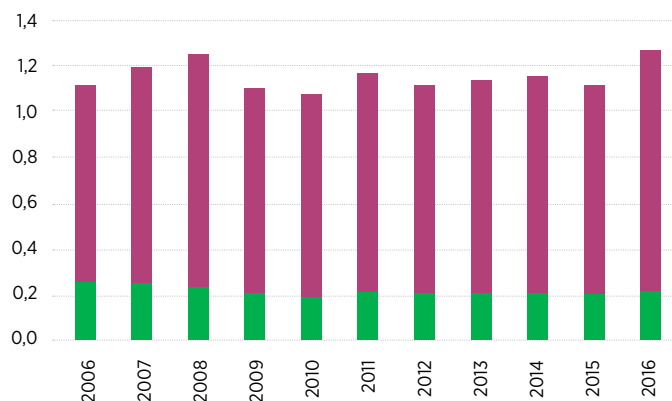
**Allt inrikesflyg som startar från svenska flygplatser ska vara fossilfritt 2030.**

**Allt flyg som startar vid svenska flygplatser ska vara fossilfritt 2045.**

## Definitioner och avgränsningar

- Motsvarande mängder. Formuleringen i visionen om "allt inrikesflyg" definieras som att lika stor mängd bränsle som går åt inom det svenska inrikesflyget ska tankas vid svenska flygplatser och ersätta fossilt bränsle. Detsamma gäller för den internationella delen av visionen.
- Tillåten inblandningsmängd. I dagsläget är flera icke-fossila bränslen för flyget certifierade för inblandning mellan 30 och 50 procent i fossilt bränsle. Innan denna inblandningsgrad blir en begränsning räknar aktörerna med att det, för flertalet produktionsmetoder, blir tillåtet att flyga på 100 procent icke-fossilt bränsle.
- En till två anläggningar räcker. Ett antal studier har genomförts i närtid där man tittat på potentialen att bygga upp storskalig produktion av hållbart icke-fossilt flygbränsle i Sverige. De senast genomförda, finansierade av bland andra Energimyndigheten, Trafikverket och Vinnova, visar att en till två anläggningar skulle räcka för att före 2030 producera den mängd fossilfritt bränsle som behövs för att täcka inrikesflygets behov och därefter skalas upp till att även omfatta utrikesflyget. Det kan dock finnas marknadsmässiga fördelar i att fördela produktionen på flera mindre anläggningar. För fossilfritt flygbränsle finns mycket goda möjligheter att samordna utvecklingen tillsammans med nuvarande bränsleproducenter och raffinaderier för att bland annat skynda på utvecklingen och begränsa investeringsbehoven.
- Fokus på svensk biomassa. Det finns olika tekniker för att omvandla skogsråvara till flygbränsle. Det finns också ett stort antal övriga råvaror med potential att på global nivå bidra till att ersätta det fossila flygbränslet. I färdplanen fokuseras dock primärt på hur svensk biomassa skulle kunna bidra till att göra flyget fossilfritt.

## KONSUMTION AV FLYGBRÄNSLE I SVERIGE, MILJONER M<sup>3</sup> PER ÅR



**Figur 6: Konsumtion av flygbränsle i Sverige.**

**Källa:** Energimyndigheten, Flygbränsleanvändning i Sverige 2006–2016

■ Utrikes ■ Inrikes

- Inget ökat bränslebehov. För att flyget ska kunna bidra till regeringens mål 2045 krävs produktion av fossilfritt bränsle i Sverige, större råvarubas, effektiviseringar i produktionsledet samt eventuellt även viss import av hållbart fossilfritt bränsle. I sammanhanget är det viktigt att komma ihåg att det totala bränslebehovet för tankning i Sverige inte bedöms vara särskilt mycket högre 2045 än nu på grund av en begränsad ökning av starter och landningar och löpande energieffektivisering. Bortom 2030 har stegvis ökad elektrifiering en viktig roll att spela för att nå målet. Viktigt i detta sammanhang är att fossilfritt bränsle för flyget kommer att produceras i enlighet med högsta hållbarhetsstandarder och att en stor del av energibehovet finns i avfallsprodukter och spillråvara.

#### VISIONEN I RELATION TILL TRAFIKVERKET

Trafikverket har finansierat en studie som heter **Marknadsanalys och affärsmodell gällande lönsamhet av biobränsle för flygplatsfordon och luftfarkoster, med inriktning på icke-statliga, regionala flygplatser i Norrland.** Enligt den är tillgång till biomassa en kritisk faktor, och studien säger att det troligtvis krävs investeringar i två anläggningar för att tillgodose inrikesflygets bränslebehov 2030. Investeringarna kommer inte att ske av rena marknadskrafter utan kräver statligt stöd.

#### VISIONEN I RELATION TILL ENERGIMYNDIGHETEN

Energimyndigheten har finansierat en konceptstudie av de tekno-ekonomiska förutsättningarna för svensk produktion av fossilfritt flygbränsle som heter **Hållbar produktion av flygbränsle i Sverige med biokemiska metoder.** Den innehåller en färdplan för hur man kan skala upp produktionen och med en anläggning producera fossilfritt flygbränsle motsvarande inrikesflygets behov innan 2030. Studien pekar också på vikten av att knyta samman kunskaper från marknads- och teknikutveckling i investeringsprojekt och omsätta denna kunskap i affärsmässigt hållbar produktion.

#### VISIONEN I RELATION TILL LULEÅ TEKNISKA UNIVERSITET

Vinnova har finansierat en förstudie där forskare vid LTH tillsammans med bland annat IVL har hittat en lösning där dagens bränsle för inrikesflyget i Sverige i en nära framtid kan bytas ut mot bioflygbränsle producerat av svensk skogsråvara. Studien visar att skogsrester mer än väl täcker behovet för att med bästa teknik, på ett hållbart sätt, tillverka bioflygbränsle som försörjer både inrikes- och utrikesflyg i Sverige.



# Konkurrensfördelar

## INBLANDNING UTAN MOTORMODIFIKATIONER

Alla på marknaden förekommande flygmotorer i certifierad trafik fungerar med den typ av biobränsle som kommer att kunna vara aktuell. I dagsläget är en inblandning på upp till 50 % godkänd, men bedömningen är att kunna certifiera fossilfritt bränsle upp till 100 % innan volymerna blir så stora att detta kommer att utgöra något hinder för implementeringen. I och med detta krävs inga kostsamma och långvariga insatser på forskningsnivå kring denna del.

### Kompatibilitet med annan utveckling

Fossilfritt bränsle är inte i någon konflikt med den övriga teknikutveckling som sker parallellt (utanför ramen för denna färdplan). Alla utsläppsvinster som uppstår ur teknikutvecklingen kommer att komplettera de vinster som görs genom användning av fossilfritt bränsle; det finns inget motsatsförhållande mellan utvecklingsspåren, inga förbehåll att den tekniska utvecklingen kräver fortsatt fossilt bränsle.

### Produktion med låg tröskel

En effekt av ovanstående är att de insatser som krävs primärt kommer att begränsa sig till två områden: att skapa marknadsförutsättningar som sin tur lägger grunden för storskalig produktion.

När det gäller produktionen är den volym som krävs för en fullständig övergång till fossilfritt bränsle för allt inrikesflyg 2030 och för allt flyg 2045 (enligt visionen i kapitlet Vision) begränsad. Ett helt fossilfritt flyg både in- och utrikes 2045 skulle kräva cirka 1,2 miljoner kubikmeter fossilfritt bränsle vilket motsvarar cirka nio procent av dagens svenska bioenergitillförsel.

Vad gäller distributionen hanteras det fossilfria bränslet inom samma infrastruktur som det fossila bränslet, så här krävs inga insatser.

För produktionen kommer insatserna huvudsakligen att ligga på industriell – och politisk – nivå (med undantag för de forskningsinsatser som behövs för att effektivisera storskalig produktion). Detta i sin tur betyder att led-

tiderna blir rimligt korta och att flyget kan utlova en stor grad av fossilfrihet med kort startsträcka när marknadsförutsättningarna skapats. Denna låga tröskel för att komma igång är den stora konkurrensfördelen för flyget.

### Allmänna konkurrensfördelar

Det har konstaterats att Norden har en rad fördelar när det gäller grundläggande förutsättningar för produktion och användning av fossilfritt flygbränsle i de nordiska länderna. Fördelarna inkluderar god råvarutillgång, hög kompetens kring förädling av skog och kring biokemiska processer.

Sätter man saken i ett större transportperspektiv ser man även vinster rörande framtidens sammanhållna transportsystem där flyget behöver utgöra en naturlig del av det multimodala resandet. Med fossilfri drift kan flyget i högre grad betraktas som en hållbar komponent i det multimodala resandet.

En inhemsk produktion av biobränsle utgör dessutom en konkurrensfördel för Sverige i och med den sysselsättning som skapas och den teknik och kunskap som utvecklas och som kan exporteras.

Totalt sett överensstämmer allt detta mycket väl med de ambitioner som regeringen uttrycker i Den nationella innovationsstrategin 2012.



# Hinderanalys

## TEKNIKEN PÅ PLATS

Sverige och världen står inför stora utmaningar på klimatområdet. Teknikutvecklingen sker fort och Sverige ligger långt fram. Minskade utsläpp inom flyget förutsätter en fortsatt aktiv svensk medverkan i all den teknikutveckling som sker. En del av denna teknikutveckling de närmaste decennierna går ut på storskaligt införande och användning av fossilfritt bränsle.

Som vi såg i kapitlen Inledning och Konkurrensfördelar finns tekniken för införsel av fossilfria bränslen för flyg. Det finns få utmaningar som kräver farkostrelaterade tekniska lösningar, eftersom bränslet framställs enligt en certifiering som gör att det automatiskt går att använda i dagens och morgondagens flygmotorer.

De hinder som finns ligger inom andra områden än de rent tekniska. De handlar, som vi sett i tidigare kapitel, om produktion och att skapa en marknad. Eftersom dessa verksamheter huvudsakligen inte befinner sig på forskningsstadiet kommer det mesta att handla om ekonomiska och politiska prioriteringar.

## Ekonomiska incitament och villkor

Ett fossilfritt inrikesflyg skulle kräva cirka 2 TWh per år förnybart fossilfritt bränsle. Detta motsvarar ca 200 000 kubikmeter fossilfritt bränsle vilket i sin tur motsvarar cirka en och en halv procent av den årliga svenska bioenergitillförseln. Ett helt fossilfritt flyg både in- och utrikes skulle kräva ca 1,2 miljoner kubikmeter fossilfritt bränsle vilket motsvarar cirka nio procent av den svenska bioenergitillförseln. Att producera dessa mängder är inte något problem i sig, men att göra det på ett affärs- mässigt fungerande sätt kräver ett antal insatser. Detta är en global marknad och för att nå ekonomisk realism i detta måste det koordineras med vad som sker i Norden men också inom EU. I rapporten »Bioenergi på rätt sätt» från Naturvårdsverket, Energimyndigheten, Jordbruksverket och Skogsstyrelsen konstateras att försörjningen av svensk bioenergi skulle kunna öka med ca 50 TWh i det korta perspektivet och 90 TWh i det längre perspektivet.

På den kostnadsdrivande sidan finns ett prisgap mel-

**»Den som kan komma med en lösning på att överbrygga prisgapet och få igång storskalig produktion till ett konkurrenskraftigt pris – och därmed kunna säkra efterfrågan – har löst det största hindret mot att nå målen i färdplanen.«**

lan fossilt och fossilfritt, som i dagsläget inte uppvägs av ökad betalningsvilja för fossilfritt bränsle. Bland de kostnader vi i någon mån kan påverka märks framförallt råvara, driftskostnader, investeringskostnader, transport och distribution. Det handlar exempelvis om att försöka använda billig råvara som inte är alltför dyr att processa och som kan hämtas relativt nära en produktionsanläggning. Den som kan komma med en lösning på att överbrygga prisgapet och få igång storskalig produktion till ett konkurrenskraftigt pris – och därmed kunna säkra efterfrågan – har löst det största hindret mot att nå målen i färdplanen.

På intäktssidan är det framförallt värdesättningen av huvudprodukten och samprodukterna som vi kan försöka påverka. Det kan röra sig om att öka nyttan bortom den faktiska produkten genom olika typer av tjänster, eller om att identifiera nya marknader att förädla sam- eller biprodukterna mot.

Externa faktorer som är möjliga att påverka kan vara

## »En fungerande affärsmodell för hela värdekedjan är avgörande för om den överhuvudtaget kommer att omsättas i praktiken.«

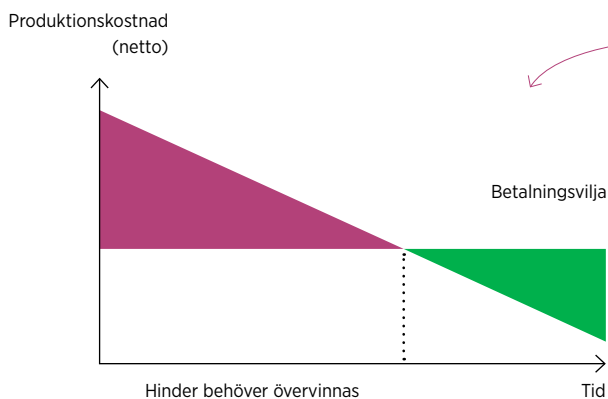
kopplade till samhällsutveckling, exempelvis ökad nytta genom fler arbetstillfällen och själva miljönyttan av reducerade utsläpp. Ekonomiska incitament och andra styrmedel som beslutas politiskt tillhör den här kategorin. En reduktionsplikt är ett av flera möjliga styrmedel. Det kan dock leda till felsatsningar om inte den bakomliggande kravspecifikationen är korrekt utformad. Om en reduktionsplikt införs utan att tillgången på hållbart bränsle är säkerställd riskeras en situation där Sverige tvingas till import av dyrt och mindre hållbart bränsle. En reduktionsplikt behöver vara kopplad till incitament för att trigga igång en storskalig (svensk eller nordisk) produktion av fossilfritt bränsle där reduktionsplikten säkerställer en långsiktig efterfrågan. Även här behövs dock i så fall någon form av finansiell mekanism för att säkerställa en stabil prisnivå för slutanvändaren. Det är alltså centralt att säkerställa produktionskapacitet och utbud före införandet av en eventuell reduktionsplikt.

Tillgången på riskkapital är låg, som en följd av att affärsmässigheten i framställningen i dagsläget är låg. En fungerande affärsmodell för hela värdekedjan är avgörande för om den överhuvudtaget kommer att omsättas i praktiken. Att värdekedjan innehåller ett stort antal aktörer som är beroende av varandra är en utmaning i sig.

Ur ett samhällsperspektiv är det ofta lönsamt att investera i ny miljöteknik. När det gäller klimatfrågan är det snarast att se som en nödvändighet. Det är därför angeläget att samhället på olika sätt stödjer införandet av ny miljöteknik.

Oavsett ovanstående befinner vi oss i dagsläget i en situation som kännetecknas av att det saknas ekonomiska incitament för att få igång storskalig produktion. Det saknas ekonomiska villkor eller modeller som gör det realistiskt att säkra en långsiktig efterfrågan på bränslet från flygbolagen. Bedömningen är att ett visst prisgap mellan fossilt och fossilfritt bränsle kommer att finnas kvar under relativt lång tid. Detta gör att det i dagsläget saknas förutsättningar för att en marknad för fossilfritt flygbränsle ska uppstå på egen hand. Policyinstrument är nödvändiga för att en sådan övergång ska vara möjlig. Priset på fossilt bränsle har dock en viktig roll att spela och där är osäkerheterna betydande. Externa faktorer kan dock göra att priset på fossilt och fossilfritt bränsle på sikt kommer att närma sig varandra.

**TIDSRAM:** Hindren som rör ekonomiska incitament och villkor är aktuella i dagsläget och behöver adresseras snarast.



**Figur 7:** Schematisk bild över gapet mellan produktionskostnad och betalningsvilja fram till 2045. En utgångspunkt i resonemanget är att slutkundens betalningsvilja inte i tillräckligt hög grad påverkas av övergången till fossilfritt bränsle. Därför behöver hinder övervinnas tills nettokostnaden möter betalningsviljan.

Källa: Trafikverket, Copenhagen Economics



### Råvarutillgång och prioritering

Det andra potentiella hindret är tillgången till biomassa, speciellt om produktionen ska ske lokalt. Här måste det skapas en politisk tydlighet angående hur man ska prioritera. Sambandet mellan långsiktigt tillgänglighetsgörande av biomassa för flygsammanhang och flygets användande av fossilfritt bränsle för att minska utsläppen måste inses fullt ut.

Oavsett prioritering saknas det i dag en långsiktigt säkrad tillgång till relevant biomassa. Det behövs investeringar i produktionsanläggningar. Men dessa investeringar kommer inte ske på kommersiella villkor så länge det råder en osäkerhet om huruvida det går att sälja det producerade bränslet och få avkastning på investeringarna. Det är därför motiverat att staten försöker lösa några av hindren som gör att marknadsförutsättningar för fossilfritt flygbränsle saknas.

Synergier finns med andra generationens biobränslen (de som benämns avancerade bränslen i EU:s RED-direktiv) som utvecklats för vägtransporter, och båda typerna av bränslen kan produceras av samma producenter. En anläggning som producerar biobränsle till flyget produ-

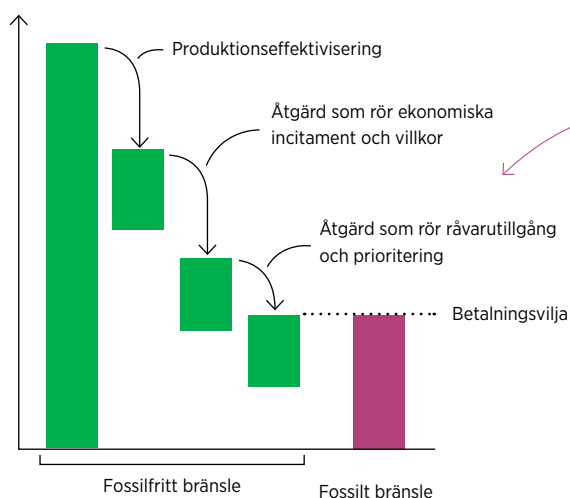
cerar per automatik bränsle även till andra transportslag och ytterligare andra produkter. Det behöver inte vara en enskild ny anläggning utan man kan bygga på teknologin i befintliga anläggningar för att utöka produktbudgeten med bioflygbränsle.

**TIDSRAM:** Hindren som rör råvarutillgång och prioritering behöver adresseras redan nu.

### Politisk vilja, samstämmighet och reglering

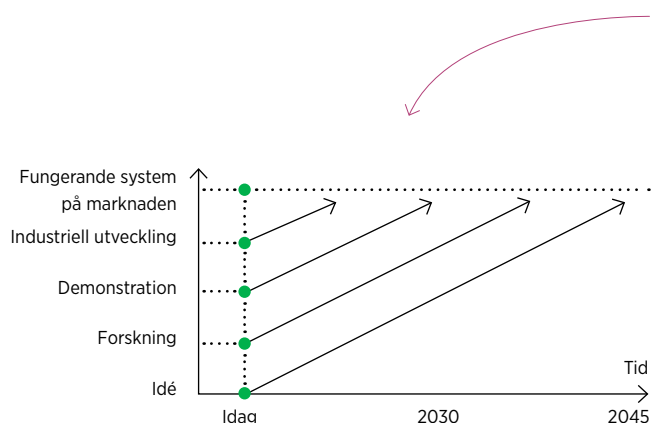
Att den ekonomiska risken är hög, och att tillgången på råvara är osäker, har delvis sin botten i en otydlig politisk styrning. Det gör att det i Sverige i dag saknas en tydlig långsiktig politisk plan för hur olika branscher, inklusive flyget, ska gå från fossilt till fossilfritt bränsle. Detsamma gäller på EU-nivå. Formuleringarna i de reglerande dokument som finns är alltför svaga för att kunna fungera som styrmedel för införande av fossilfritt bränsle för flygområdet. Avsaknaden av tydliga mål att styra mot utgör ett hinder.

Produktionskostnad



**Figur 8:** Som vi såg i figur 7 antas slutkundens betalningsvilja vara begränsad vid övergången till fossilfritt bränsle. Nettokostnaden för produktionen av fossilfritt bränsle måste därför 2030 troligtvis ungefär möta kostnaden för fossilt bränsle. Till viss del kommer det att ske genom produktionseffektivisering, men att övervinna de hinder vi pratar om inom ekonomiska incitament och villkor respektive råvarutillgång och prioritering är också helt nödvändigt.

Källa: Avinor



**Figur 9:** En effektiv övergång till fossilfritt flyg, som är en viktig komponent för ett Sverige fritt från fossila bränslen, förutsätter att vi får fram fungerande system på marknaden. De insatser vi kan göra i dag på olika nivåer kommer att behöva olika lång tid på sig innan de resulterar i fungerande system på marknaden. De flesta tekniska hindren har med produktion att göra, vilket i första hand kan anses vara föremål för industriell utveckling, och de kan ge resultat i hygglig närtid. Frågor som har med framtida storskalig produktion att göra behöver insatser inom forskning, och där måste vi börja nu för att nå marknaden längre fram. Ekonomiska och politiska prioriteringar behövs löpande eftersom de lägger grunden för samtliga insatser. Notera att det i dagsläget finns pusselbitar som ligger väldigt nära marknadsinträde, som enbart kräver begränsade insatser i form av prioriteringar för att bli fungerande system.

Denna svaghet får också återverkningar på ovanstående hinder gällande ekonomiska incitament. För att investeringar ska ske i Sverige behöver marknaden veta att efterfrågan består på längre sikt. Detta kräver en tydlig politisk vilja, stabila spelregler och tydliga mål. Utöver detta saknas dessvärre delvis global konsensus om hur hållbarhet ska definieras. Detta skapar en tveksamhet och återhållsamhet hos innovationsaktörer.

Att vissa produktionsprocesser för fossilfritt flygbränsle inte är certifierade är ett hinder. Certifiering är en kostsam och tidskrävande process som kan behöva offentligt stöd.

**TIDSRAM:** Hindren som rör politisk vilja, samstämmighet och reglering är av största relevans i dagsläget och behöver adresseras utan dröjsmål.

### En pragmatisk approach

Alla hinder ovan behöver röjas ur vägen för att vi ska kunna nå vår vision. Som vi ser ovan är hindren av lite olika karaktär och ger påverkan under olika delar av framtiden. Oavsett detta är det av högsta vikt att alla hinderområden börjar röjas redan nu, se figur 9.

När det gäller hinderröjning är det viktigt att göra någonting nu. Det kommer att krävas ett balanserat för-

hållningssätt till fossilfritt bränsle där man utgår från vad som är tekniskt och kommersiellt möjligt. Det finns lösningar som fungerar redan i dag, där de grundläggande insatserna som krävs är vilja, tydlighet och en fungerande affärsmodell. Genom att våga satsa och lära oss av dessa satsningar kommer vi att kunna nå mycket längre än om vi fortsätter vänta på den perfekta lösningen. Hinderröjningen måste börja nu; vi måste i en positiv och möjliggörande anda fokusera på visioner, mål och lösningar med åtgärder som leder till konkret resultat. Genom att göra det och genom att spänna bågen högt kommer vi att kunna nå långt.

Hinderröjningen handlar om att skapa förutsättningar genom att stimulera både produktion och efterfrågan. Här har både staten, flygbranschen och produktionsbranschen möjligheter att bidra.



# Hinderröjning

## STATENS MÖJLIGHETER

Som vi såg i tidigare avsnitt är ett av de största hindren för införandet av fossilfritt bränsle inom flyg att marknadskrafterna inte räcker till för att skapa utvecklingen. Affärsmässigheten saknas i detta tidiga skede.

För att framkalla en marknad för bioflygbränsle snabbare än den naturliga utvecklingen krävs det investeringar utifrån. Dessa kan riktas mot de identifierade problemen – på utbudssidan såväl som på efterfrågesidan. Statligt stöd för att kommersialisera fler produktionsprocesser av bioflygbränsle i Sverige och Norden är troligtvis en del av lösningen.

För att produktionen av bränsle motsvarande inrikesflygets behov ska komma igång, så att Sverige kan möta vår vision för 2030 om att allt inrikesflyg som startar från svenska flygplatser ska vara fossilfritt 2030, behöver problemet med investeringströgheten övervinnas.

För att möta den andra delen av vår vision, att allt flyg som startar vid svenska flygplatser ska vara fossilfritt 2045, behöver sedan investeringen skalas upp så att Sverige och Norden kan producera bränsle för både in- och utrikesflyg.

**FÖRSLAG 1: Staten bör snarast besluta om inriktningen på ett statligt investeringsstöd samt medel för projektering av nya anläggningar. Produktionskapacitet för att försörja flyget med det bränsle som behövs för att nå 2030-målet kräver en investering på uppskattningsvis fem miljarder kronor. Staten behöver bidra finansiellt för att investeringen ska genomföras.**

För den första delen av visionen (2030) handlar det volymmässigt om en större anläggning eller flera små. Investeringskostnaden uppskattas till cirka fem miljarder kronor. Eventuellt kompletterat med en teknikneutral statlig upphandling av bränsle för att säkerställa en ökad inblandning av fossilfritt bränsle innan fullskaliga anläggningar står klara.

Grundinvesteringen i förslag 1 behöver över tid kompletteras med en fortsatt investering för att nå målet 2045. En linjär uppskalning av investeringskostnaden skulle innebära runt 30 miljarder kronor för att allt flyg ska vara fossilfritt 2045. Denna summa torde dock kunna bli betydligt lägre via bland annat teknologiutveckling, ökad konkurrens, stordriftsfördelar och utökad råvarubas.

För att vägen framåt ska vara tillgänglig och farbar för det stora antal aktörer som kommer att behöva bidra bör staten sätta upp ett tydligt och officiellt mål kring bränslebyte i linje med visionen i denna färdplan till 2030 och 2045.

**FÖRSLAG 2: Staten bör bygga upp och kommunicera en offentlig målbild för övergången till fossilfritt flyg, med hållpunkterna 2030 och 2045, så att det blir tydligt för alla aktörer i värdekedjan vad som måste göras, vem som ska göra vad, när det måste göras och hur mycket det bedöms kosta. I detta sammanhang bör staten sätta ett långsiktigt mål angående grad av elektrifiering av delar av den svenska luftfarten.**

Som vi sett ovan kommer den stora delen av arbetet med att skapa ökad produktion att ske på den industriella nivån, åtminstone fram till 2030 och vårt mål om fossilfritt inrikesflyg. För att vi ska nå 2045-målet kommer det förmodligen att behövas insatser på forskningsnivå, och enligt figur 8 kommer de att behöva startas i närtid.

**FÖRSLAG 3: Staten bör avsätta medel för att möjliggöra forskning och utveckling kring effektivisering av storskalig produktion av fossilfritt bränsle. Avsättningen kan tänkas göras från de medel som i dagsläget finns öronmärkta för FoU-satsningar i samband med övergång till fossilfritt flyg. Synkronisering bör ske med existerande program för flyginnovation.**

I exempelvis Norge diskuteras ett system där flygbolagens flygplatsavgifter beror på huruvida flygplanen an-

vänder fossilfritt bränsle. Det är ett styrmedel som skulle kunna användas även i Sverige. Detta skulle kunna vidgas till att inbegripa hela värdekedjan och där undersöka hur ekonomiskt stöd och incitament kan fungera som en pådrivare på både utbuds- och efterfrågesidan.

**FÖRSLAG 4:** Staten bör se över hela avgifts- och stödsystemet för att på så vis, tillsammans med samtliga aktörer, kunna hitta en affärsmodell som kan fungera. Det kan handla om Klimatklivet, tillgång till riskkapital, stöd via Europeiska Investeringsbanken, CO2-fond, differentierade flygplatsavgifter med mera.

På efterfrågesidan kan staten kräva att offentliga verksamheter upphandlar fossilfritt flygbränsle för att därmed bidra till att skapa en grundläggande efterfrågan. Ansvarsfull upphandling bidrar till hållbara transporter. Här har Upphandlingsmyndigheten en central roll. Myndigheten ger stöd genom att utveckla och förmedla kunskap, verktyg och metoder för offentlig upphandling. Upphandlingsmyndigheten arbetar bland annat för minskade utsläpp och ökad säkerhet inom transportområdet och här passar styrning mot fossilfritt flygande in mycket väl i profilen och ambitionen.

**FÖRSLAG 5:** Staten bör göra en upphandling av den mängd fossilfritt bränsle som krävs för alla offentliga flygresor i Sverige. Staten kan då sätta upp hållbarhetskriterier, göra teknikval och stå för den mellanskillnad som gör att priset till slutanvändaren blir realistiskt.

## PRODUKTIONSBRANSCHENS MÖJLIGHETER

Den statliga investering som föreslås ovan, för att kompensera för det faktum att marknaden själv inte har den initiala kraft eller den uthållighet som behövs för en fungerande övergång till fossilfritt flyg, kan med fördel kombineras med finansiering från andra håll.

Här har produktionsbranschen möjligheter att bidra genom att exempelvis söka alternativ finansiering. Produktionsbranschen bör, vid sidan om de föreslagna statliga insatserna, undersöka möjligheten till lån via Europeiska Investeringsbanken (EIB) till de aktörer som är beredda att bygga eller utveckla de första produktionsanläggningarna.

Produktionsbranschen bör också bidra till bildandet av ett konsortium som kan ta fram en affärsmodell och hitta finansiering för fullskaliga produktionsanläggningar och eventuellt även konvertering av befintliga bioenergianläggningar.

## FLYGBRANSCHENS MÖJLIGHETER

Flygbolagen har möjlighet att förbinda sig till så kallade offtake-avtal givet att det handlar om ett säkert och konkurrenskraftigt pris. Detta kan i hög grad bidra till att någon aktör kan säkra finansiering för storskalig produktion. Med erfarenhet från andra sektorer är det rimligt att anta att slutkonsumenten inte kan förväntas finansiera övergången till fossilfritt bränsle. Dessutom är priskänsligheten stor vilket delvis är en effekt av att stora delar av den svenska flygmarknaden konkurrerar på en internationell arena.

Flygbranschen kan bidra genom att förbinda sig att köpa målsatta kvantiteter under förutsättning att staten

Hinderområde	Förslag				
	1	2	3	4	5
Ekonomiska incitament och villkor	•	•	•	•	•
Råvarutillgång, prioritering och konkurrens	•	•	•	•	•
Politisk vilja, samstämmighet och reglering	•	•	•	•	•

**Tabell 1:** Så här bedömer vi att våra förslag adresserar de tre hinderområdena i kapitlet Hinderröjning. Alla tre hinderområdena ligger i vägen för att den nödvändiga marknaden ska kunna skapas och växa.

bidrar till att skapa en marknad där slutpriset är stabilt och på en rimlig nivå. Branschen behöver tillsammans titta på lösningar där flygplats, politiken, flygbolag och bränsleproducenter samarbetar med slutkunden. Detta för att hitta en affärsmodell och en produkt som fungerar för att därigenom nå ett rimligt pris mot slutkunden. De svenska flygbolagen har redan börjat utveckla denna typ av produkter och det finns möjligheter att utveckla dessa.

Flygbolagen ska därmed ta en aktiv del i initiativ som leder till produktion av biobränsle eller teknikinnovation som främjar energieffektivisering inom flyget. Flygbolagen ska även bidra till att skapa en kommersiell marknad för biobränsle och arbeta för att höja betalningsviljan för biobränsle inom flyget.

#### Ytterligare identifierade möjliga åtgärder

Det finns även andra tänkbara insatser som skulle kunna hjälpa Sverige att övervinna hindren för införande av biobränsle för flyg. I det här dokumentet har vi dock, för tydlighetens skull, stannat vid ovanstående centrala förslag som vi bedömer har stor genomslagskraft och stor effekt på hinderröjningen. Förhoppningsvis visar färdplanen att det krävs att flygbranschen, politiken, skogsindustrin, bränsleproducenterna, forskningen och finansierarna sitter ner och samarbetar. Denna färdplan kan förhoppningsvis vara en utgångspunkt för det arbetet.



# Risk- och känslighetsanalys

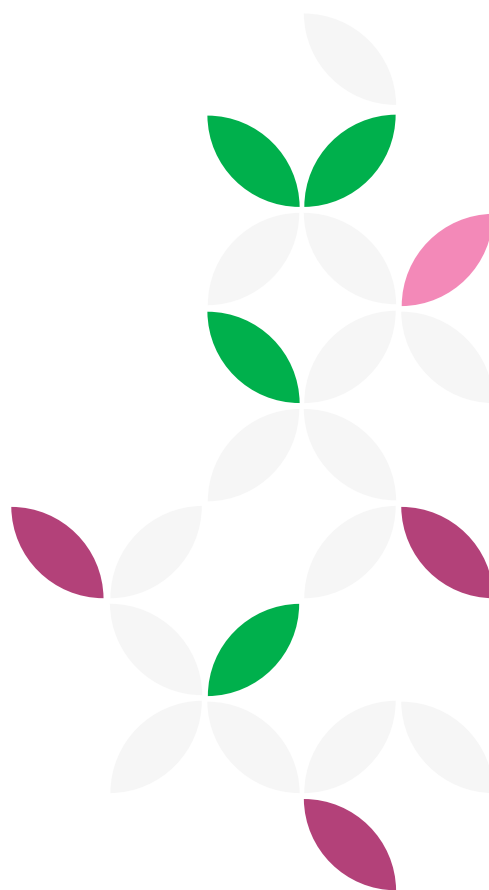
## VIKTEN AV LÅNGSIKTIGA SPELREGLER

Införande av biobränsle för flygändamål – liksom för vilket annat ändamål som helst där det krävs en större omställning av produktion, distribution och finansieringsmodeller – kommer att behöva göras med en långsiktighet och en uthållighet som tar hänsyn till omställningens fallgropar, vilka i flera fall är av ekonomisk natur.

Eftersom marknaden enligt tidigare resonemang i detta dokument inte kan förväntas stå som garant för hela omställningen kommer det att behövas ett statligt ansvar för att spelreglerna blir tydliga, fungerande och rättvisa för alla inblandade parter. Dessa spelregler kommer att behöva ta hänsyn till att omställningen tar tid och att det för de inblandade aktörerna kommer att röra sig om ett betydande mått av ekonomiskt risktagande även med en delvis statlig inblandning i finansieringsmodellen.

Spelreglerna kommer att behöva ge utrymme för de marknadskrafter som kommer att styra utvecklingen i det långa loppet. Det kommer exempelvis inte enbart att vara den initiala investeringen som kommer att utgöra en risk för aktörerna; det kommer också att finnas ett behov hos de tillkommande producenterna av en viss garanterad försäljning under omställningstiden.

Finns inte dessa delar på plats i den finansieringsmodell som behöver tas fram kommer aktörer ha svårt att förbinda sig till långsiktigt engagemang, vilket utgör en risk för omställningen.



# Plan för implementering

## VÄGEN TILL 2030

De fem förslag vi lämnar i kapitlet Hinderröjning är samtliga på olika sätt nödvändiga för att målet med fossilfritt inrikesflyg 2030 ska kunna nås. Enligt resonemanget i figur 8 har förslagen olika lång "leveranstid" från det att de påbörjas tills de ger effekt.

I princip föreslår den här färdplanen att alla fem förslagen betraktas som prioriterade och behöver startas i närtid, under de närmaste två åren, för att målet till 2030 ska kunna nås.

**FÖRSLAG 1** – besluta om inriktningen på ett statligt investeringsstöd samt medel för projektering av nya anläggningar: behöver initieras 2019.

**FÖRSLAG 2** – bygga upp och kommunicera en offentlig målbild för övergången till fossilfritt flyg: behöver initieras senast 2019.

**FÖRSLAG 3** – avsätta medel för att möjliggöra forskning och utveckling: bör initieras 2018.

**FÖRSLAG 4** – se över avgifts- och stödsystemet för att hitta en affärsmodell: behöver initieras senast 2019.

**FÖRSLAG 5** – göra en upphandling av fossilfritt bränsle för offentliga flygresor: behöver initieras 2019.

För att ge ett exempel på hur färdplanen skulle kunna konkretiseras presenterar vi ett case som illustrerar hur uppbyggnad av en produktionsanläggning skulle kunna ske.

**Case:** Indikativ tidsplan för ett investeringsprojekt Projektet ForestJet – Hållbar produktion av flygbränsle i Sverige med biokemiska metoder, med finansiering från Energimyndigheten, har undersökt en värdekedja från skogen till hållbart producerat flygbränsle via biokemiska metoder. Utgångspunk-

ten har varit att använda nära kommersiella processer som kan utnyttja socker från cellulosa för att producera kolväten antingen direkt genom fermentering eller katalytiskt efter att först ha framställt en alkohol eller annan intermediär. Syftet har varit att förstå under vilka förutsättningar det kan vara tekniskt, ekonomiskt och miljömässigt hållbart att i en sådan värdekedja producera tillräckligt mycket bioflygbränsle för att göra det svenska inrikesflyget fossilfritt senast år 2030.

I projektet har aktörer från alla delar av värdekedjan från råvara till konsument samverkat med målet att utifrån de tekniska resultaten definiera en realistisk färdplan som skall kunna ta hela värdekedjan till kommersiell användning.

En förutsättning för att kunna få en första svensk produktionsanläggning på plats är att flera aktörer bildar ett konsortium som kan skaffa finansiering till och driva alla delar av ett investeringsprojekt (förstudie, lokalisering, miljökonsekvensbeskrivning, förprojekt, upphandling, konstruktion och drifttagning).

Den grova tekno-ekonomiska utvärdering som kunnat göras inom ramen för studien indikerar att en intäkt på 10 kronor per liter flygbränsle i en fullstor anläggning skulle kunna ge en rimlig lönsamhet. Lignin, biogas och koldioxid utgör bi- eller samprodukter vars möjliga värde påverkar lönsamheten.

Det totala investeringsbehovet skattas till i storleksordningen 5–10 miljarder kronor under en tioårsperiod, för att kunna nå en årlig produktionsvolym som motsvarar behovet i det svenska inrikesflyget. Råvarubehovet är i storleksordningen 2,5 miljoner kubikmeter per år (fast mått) i form av exempelvis brännved, flis och sågspån.

## 2018–2019

- Bidra till att starta certifieringsprocessen för aktuella teknikvägar.
- Skapa ett konsortium som kan börja utveckla en affärsmodell och finansiera en förstudie.
- Bedöm marknader och konsumentvilja att betala för bioflygbränsle som produceras från svensk eller nordisk skogsråvara.
- Delta i pilottester för att verifiera möjligheten att producera kolväten från etanol.
- Genomför lokaliseringsstudie för minst två möjliga industrilokaliseringar med olika förutsättningar.
- Välj lokalisering och inled samrådsprocessen för att ta fram underlag för att söka miljötillstånd.
- Testa och utvärdera nya tjänster som delvis är baserade på användning av bioflygbränsle.
- Säkra off-takeavtal från bränsleköpare.
- Säkra finansiering för investeringar.

## 2020–2023

- Gör slutligt teknikval.
- Ansök om miljötillstånd.
- Lansera tjänster baserade på inköpt bioflygbränsle.
- Arbeta med marknaden för eventuella samprodukter för att bereda för offtake-avtal.

## 2024–2028

- Fatta investeringsbeslut för anläggningen.

- Starta upphandling för anläggningen.
- Börja bygga anläggningen.
- Driftsätt anläggningen.





# Den fortsatta vägen till 2045

## FOSSILFRITT BRÄNSLE

Målet om att allt flyg som startar från svenska flygplatser 2045 ska vara fossilfritt innebär, med den teknik vi känner till i dagsläget, att det skulle krävas i storleksordningen uppskattningsvis fem produktionsanläggningar av den typ som beskrivs i planen till 2030 för att producera den erforderliga bränslevolymen 1,2 miljoner kubikmeter bränsle. Det kan dock även handla om betydligt fler mindre anläggningar beroende på vilka vägval som görs i närtid.

Parallellt med ovanstående bör det alltså i början av 2020-talet påbörjas projektering av fler anläggningar. Det kan handla om konvertering av befintliga anläggningar eller helt nya anläggningar för produktion av flera typer av slutfraktioner. Det handlar troligtvis även om delvis olika produktionsmetoder som kan tillgodogöra sig olika råvaror.

Vi bör i detta längre perspektiv inte heller bortse från att forskningen och kommersialiseringen av andra typer av avancerade råvaror har tagit stora steg. Det handlar då om bland annat alger och andra typer av växter med högt energiinnehåll som kan produceras på ett långsiktigt hållbart sätt. I detta perspektiv är det inte nödvändigtvis enbart en inhemsk produktion som är den mest hållbara eller ekonomiskt realistiska vägen. Det kan då handla om delvis import av icke-fossilt bränsle antingen från grannländer eller produktionsanläggningar längre bort. En viktig faktor i detta perspektiv är de politiska vägvalen avseende tillgång till biomassa eller satsningar på andra långsiktigt hållbara råvaror för biobränsleproduktion.

## ÖVRIG INNOVATION

Som vi nämnt tidigare i dokumentet innehåller vägen mot 2045 fler klimatåtgärder för flyg än enbart övergången till fossilfritt bränsle. Det handlar främst om energieffektivisering, elektrifiering och trafikledning men även om hantering av höghöjdseffekterna. Sannolikt

handlar det inte bara om förbättringar av existerande teknik; även språngvis, så kallad disruptiv, utveckling kan inte uteslutas inom den så pass långa tidsramen.

Det strategiska innovationsprogrammet Innovair hantear svensk flyginnovation och planerar för att Sverige på bästa sätt ska kunna bidra med miljömässig teknik och samtidigt kunna skapa fördelar för Sverige i form av systerställning och exportintäkter – precis som denna färdplans egen målsättning. Det finns fortfarande osäkerheter kring elektrifieringens framtid. Dock bör satsningar på elektrifiering intensifieras och tydliga offentliga mål sättas då det finns mycket stor långsiktig potential i att elektrifiera delar av flyget.



# Referenslista

- Ministry of Transport and Communications, *Alternative fuels infrastructure – a proposal for a national framework until 2020/2030*, 2015
- Fethers, B., *Aviation Biofuel Production in Sweden – An Insight into the Potential of Forestry Biomass as a Feedstock*, IIIIEE, Lund University, 2014
- ATAG, *Beginners Guide to Aviation Biofuel*, Edition 3, 2017
- Naturvårdsverket, Jordbruksverket, Energimyndigheten, Skogsstyrelsen, *Bioenergi på rätt sätt*, 2017
- Vinnova, Luleå Tekniska Universitet, IVL, *Bioflygbränsle från skogsråvara*, 2017
- Regeringskansliet, *Den nationella innovationsstrategin*, N2012.27, 2012
- Höglund & Byman, *Gröna drivmedel till flyget*, 2015
- Energimyndigheten, *Hållbar produktion av flygbränsle i Sverige med biokemiska metoder*, 2017
- Green Future AS, *Introduction of electric aviation in Norway*, Feasibility study assigned by Avinor, NHO Luftfart, NLF, 2018
- Energimyndigheten, *Marknaderna för biodrivmedel 2016*, ER 2016:29, 2016
- Trafikverket, *Marknadsanalys och affärsmodell gällande lönsamhet av biobränsle för flygplatsfordon och luftfarkoster, med inriktning på icke-statliga, regionala flygplatser i Norrland*, 2017
- Joseph K. Bwapwa, Akash Anandraj, Cristina Trois, *Possibilities for conversion of microalgae oil into aviation fuel: A review*, Elsevier, 2017
- Mawhood et al, *Production pathways for renewable jet fuel: a review of commercialization status and future prospects*, 2016
- Ramböll, *Sustainable aviation biofuel*, 2017
- Wormslev, E.; Tang, C.; Eriksen, C., *Sustainable Fuels for Aviation – An Analysis of Danish Achievements and Opportunities*, NIRAS, 2014
- Norden, Nordic Council of Ministers, *Sustainable jet fuel for aviation*, 2016
- Nordisk Energiforskning, *Sustainable jet fuel for aviation – Nordic perspectives on the use of advanced sustainable jet fuel for aviation*, 2016
- Ministry of Employment and the Economy, *The Finnish Bioeconomy Strategy*, 2014
- Anheden et al, *Value chain for production of bio-oil from kraft lignin for use as biojet fuel*, 2017
- [bioproductmill.com/articles/metsa-group-to-build-next-generation-bioproduct-mill-in-aanekoski](http://bioproductmill.com/articles/metsa-group-to-build-next-generation-bioproduct-mill-in-aanekoski)
- [biorefiningalliance.com/bioekonomipanel-anbefaler-iblandning-af-avancerede-biobraendstoffer](http://biorefiningalliance.com/bioekonomipanel-anbefaler-iblandning-af-avancerede-biobraendstoffer)
- [europa.eu/rapid/press-release\\_IP-14-481\\_en.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_IP-14-481_en.htm)
- [onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/gcbb.12478](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/gcbb.12478)
- [www.itaka-project.eu](http://www.itaka-project.eu)

Arbetet med denna färdplan har koordinerats av föreningen Svenskt Flyg. Föreningen bildades 1994 av representanter för hela den svenska flygnäringsen. Medlemmar i föreningen är Swedavia, Svenska Regionala Flygplatser (SRF), GKN Aerospace Engine Systems, Saab, LfV samt flygbolagens bransch- och arbetsgivarorganisation Svenska Flygbranschen. Svenskt Flyg representerar därigenom den samlade svenska flygnäringsen. I arbetet med färdplanen har även representanter från produktions- och forskningssidan deltagit, bland andra SEKAB och RISE.

- i IPCC.
- ii N2012.27, Regeringskansliet 2012.
- iii Visit Sweden
- iv NASA 2017.
- v ICAO, IATA med flera.
- vi Eurocontrol.
- vii Trafikverket.
- viii Eurocontrol.
- ix Clean Sky, SESAR.
- x Sustainable jet fuel for aviation – Nordic perspectives on the use of advanced sustainable jet fuel for aviation, Nordisk Energiforskning, 2016
- xi Bioenergi på rätt sätt, Naturvårdsverket, Energimyndigheten, Skogsstyrelsen, Jordbruksverket, 2017.

